

NEAR INFRARED SPEKTROSKOPIJA PIGMENATA BOJILA U SIGURNOSNOM DIZAJNU POŠTANSKIH MARAKA

NEAR INFRARED SPECTROSCOPY OF COLORANTS IN SECURITY DESIGN OF POSTAGE STAMPS

Jana Žiljak Gršić

Tehničko veleučilište u Zagrebu, Vrbik 8, Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK

Povodom 350 godina Sveučilišta u Zagrebu, izdana je prigodna poštanska marka na kojoj je primjenjena naša nova zaštitna tiskarska, dizajnerska, metoda s NIR dualnom slikom pod nazivom INFRAREDESIGN®. U ovom članku se objavljuje spektrografija apsorpcije svjetla za vizualno i blisko infracrveno područje za bojila na toj poštanskoj marci. Prikaz obuhvaća spektre bojila i spektre njihovih izdvojenih komponente: cijan, magenta, žuta i crna. Digitalni, pokusni tisak je prethodnica tisku visokih naklada. Receptura bojila (za istu boju) pripremljene za digitalni tisak i za offset se malo razlikuju. IRD u primjeni zaštite poštanskih maraka podrazumijeva bojanje koje će se manifestirati različito u vizualnom spektru i u bliskom infracrvenom spektru. U tehnologiju „IRD numizmatika“ uvodim blizance jednakih boja, ali različitog sastava bojila. Za potrebe javnog natječaja izrade poštanske marke, prijedlog dizajna se izveo digitalnim tiskom. Sigurnosni tisak vrijednosnice ima dvije razine izvedbe; u dva koraka. U filatelistički svijet izdaje se marka u visokoj nakladi metodom offsetnog tisaka. Oba stupnja izrade poštanske marke imaju jednake boje. Zbog toga se pripremaju dvije grupe blizanaca sigurnosnih receptura bojila kako bi se postigao efekt infracrvene zaštite; i u razini natječajne dokumentacije kao i u razini tiska visoke naklade za numizmatičke potrebe. Razvojem IRD tehnologije proširila sam grafičku pripremu u sigurnosnom tisaku poštanskih maraka pod nazivom „VZ-PM separacija“, a koja je specijalni oblik Gray Component Replacement - GCR metode.

Ključne riječi: *Sigurnosna grafika,*

NIR spectroscopy, computer graphic, IRD numizmatika, INFRAREDESIGN®

ABSTRACT

In honor of the 350th anniversary of the University of Zagreb, a commemorative postage stamp is issued to which our new security printing design method with NIR dual image called INFRAREDESIGN® is applied. This paper describes spectrography of light absorption in visible and near infrared spectral region for the colorants on this postage stamp. The description includes spectra of colorants as well as spectra of their separated components: cyan, magenta, yellow and key (black). Digital, experimental printing is a predecessor of a large circulation printing. There is a slight difference between colorant recipes (for the same color) prepared for digital printing and those for offset printing. IRD, applied in security of postage stamps, implies coloring that differently manifests itself in visible spectrum and in near infrared spectrum. Equal color twins with different colorant composition are introduced in “IRD numismatics” technology. To meet the requirements of public tender for the postage stamp design, the design concept was executed by digital printing. In printing of securities there are two levels of execution, performed in two steps. Large circulation stamps are issued into the philatelist world by the method of offset printing. Both stages in the postage stamp production have the same colorants. Therefore, two groups of twins of security recipes for colorants are prepared in order to achieve the infrared security effect with respect to the requirements of both public tender documentation and large circulation for numismatics.

Development of IRD technology allowed me to extend graphic preparation method in security printing of postage stamps under the name “VZ-PM separation“, which is a special type of Gray Component Replacement - GCR method.

Keywords: *Security graphics, NIR spectroscopy, computer graphics, IRD numismatics, INFRAREDESIGN®*

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Poštanska marka, uz ostale uloge koje obnaša, jedno je od sredstava i kanala komuniciranja s pomoću kojih jedna država potvrđuje svoj identitet i gradi svoj dobar imidž, a primjer primjene inovativne tehnike kontrolirane dvostruke slike u vidljivom i infracrvenom spektru daje prednost izdanjima Hrvatske pošte i reprezentativno predstavlja Republiku Hrvatsku kao jedinstvenu državu u svijetu u odnosu na ostale države, što je izuzetno zanimljivo za filateliste diljem svijeta.

Poštanske marke, iako postoje gotovo 200 godina, još su aktualan i izuzetno vrijedan grafički proizvod. Poštanska marka kao medij ima vrlo širok vizualni aspekt vezan uz događaje, znamenitosti, pojave, i zbivanja u okružjima društva. Jedna od tih mogućnosti je inovativna primjena infracrvenog tiska koji omogućuje pojavu “slike u slici”, što je primijenjeno na četiri izdanja poštanskih maraka Republike Hrvatske.

Poštanska marka je vrijednosnica koju sam dizajnirala s bojilima blizanaca V i Z. Grupa Z bojila su boje s kojima se dizajniraju grafike tako da ih prepoznaje infracrvena kamera [1]. Nasuprot, s V bojilima se dizajniraju one grafike koje infracrvena kamera ne registrira. Uveden je i pojam „blizanci boja i bojila“ kao podgrupa dualnih VZ bojila [2]. To su dva ili više bojila jednake boje ali se razlikuju po tome kako se odazivaju u infracrvenom spektru. Bojila Z apsorbiraju svjetlost u dva spektra; u bliskom infracrvenom području (800 do 1000 nm) i u vizualnom dijelu spektra (raspon od 400 do 700 nm) [3]. Pigmentima je pridružen parametar Z kao numerička vrijednost apsorpcije svjetla na 1000 nm [4].

IR grafika je uvedena na naše novčanice još prije tridesetak godina. Razlika prema IRDmetodi je u području informatizacije [5]. Na novčanicama (novčanice Kune, Euro na primjer) nalaze se, dva stanja novčanice obzirom na pojavljivanje u NIR detekciji. Svi grafički elementi se vide golim okom. Z kamera ne prikazuje veći dio novčanice [6]. Bojila za tu prvu grupu grafičkog rješenja koju ne prikazuje Z kamera izvedena je s tako zvanim V bojilima koja ne apsorbiraju Z valno područje. Drugi dio novčanice se je obojao s Z bojilima pa se ta grafika prepoznaje, vidi i u vizualnom pogledu i pomoću NIR kamere. Do danas, na novčanicama nije uvedena skrivena, nevidljiva grafika [7]. A to je prva novost u našoj IRD tehnologiji tiska primjenjena u mom dizajnu poštanskih maraka.

2. SPEKTROSKOPIJA BLIZANACA BOJA U DIZAJNU POŠTANSKIH MARAKA

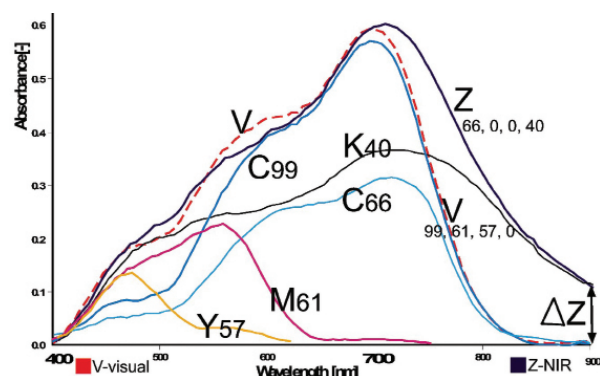
2. SPECTROSCOPY OF COLOR TWINS IN POSTAGE STAMP DESIGN

Jednakosti boja mjeri se veličinom ΔE s relacijama koje su objavile; Glogar, Parac-Osterman a odnosi se samo za područje vizualnog spektra [8]. IRD postupak u tiskarskoj primjeni podrazumijeva sastav bojila s Karbon crnim bojilom [9]. Blizanci bojila u IRD primjeni imaju zadane vrijednosti Z na 1000 nm. Nakon postignute jednakosti u prostoru od 400 do 700 nm, grafikon apsorpcije svjetla pokazuju naglo razdvajanje premda naše oko doživljava svjetlost i do 780 nm. Područje od 700 do 800 nm označeno je kao Z1. ZRGB kamera još pokazuje i V i Z grafiku. Uvedeno je područje Z2 kako bi se dobio svjetlosni spektar gdje su V i Z slike u ZRGB kameri različite, razdvojene, selektirane. U objavljenom članku od 2017 [10] pokazane su domene pojedinih tiskarskih bojila, a koje zauzimaju samo specifičan svoj uski prostor. Žuti pigment ima maksimum apsorpcije na 460 nm sa širinom od 400 do 520 nm: Magenta od 420 do 630 nm s maksimumom na 550 nm Cijan od 500 do 780 s maksimumom na 700 nm. Karbon crna pokriva vizualni i blisko infracrveni spektar s maksimumom na 730 nm i tipičnim „grbom“ (grba na leđima) na 550 nm.

Uveden je pojam “S bojilo” koje se manifestira u svim nijansama sivog tona. S bojilo je mješavina C,M, Y. Kako niti jedna od C,M,Y pigmenta ne apsorbira svjetlost u Z2 području, S bojilo je sivi blizanac sive boje Z koja se sastoji od Karbon crnog i bijelog pigmenta. Bojilo S ima grbu na istom mjestu (550nm) kao i Karbon crno bojila. Do 50% pokrivenosti sivog tona, S i K bojila jednako apsorbiraju svjetlost u prostoru od 400 do 700 nm. Upravo je sličnost spektralnog oblika S i K bojila i različitost iznad 700 nm, potakla primjenu GCR metode za VZ separaciju te istraživanje sustava blizanaca boja i bojila.

U ovom članku su prikazani grafikon apsorpcije svjetla za blizance bojila (prijedlozi dizajna) koji se nalaze na mojim poštanskim markama. To je serija bojila na markama za pokusni tisak. U tablici 1 su numerički podaci blizanaca za otiske na digitalnom pisaču. U sastavu procesnih bojila C,M,Y,K postignuta je planirana nevidljivost skrivene informacije za zadanu tehniku tiska metodom separacije „VZ“ a koja je specijalni oblik Gray Component Replacement - GCR metode. Digitalna slika u RGB zapisu separira se s VZ postupkom u CMYK sustav raspored bojila ali sa unaprijed zadanim informacijama za kanal K [11].

Istraživanja bojila za offsetni tisak visokih naklada u tehnologiji IRD razvijao se je najprije za novinski tisak i izradu foto monografija iz područja umjetnosti [12]. Svaka specifična namjena IRD-a odrađena je s recepturama bojila blizanaca, pa tako i za umnažanje poštanskih vrijednosnica – maraka.



Slika 1 Spektrografije za blizanca bojila na poštanskoj marci „S350“: komponente i blizanci

Figure 1 Spectrography of colorant twins on the postage stamp “S350”: components and twins

Blizanci boja se izvode za dvije tehnike tiska: digitalni i offset, odnosno one tehnologije s kojima će se izvesti natječajni prijedlog poštanske marke (slika 1). U RGB definiciji boje su: 0, 100, 150 (28). Vrijednosti recepture C, M, Y, K kopONENTI blizanaca za digitltni pokusni tisak su:

V: C 99%, M 61%, Y 57% K 0% ;

Z: C 66%, M 0%, Y 0%, K 40% (slika 1).

„Infrared grupa“ istraživača je razvila nekoliko matematičkih modela VZ separacije [13]. Sve te relacije su daleko od školskog učenja o tiskarskoj pripremi (prepressu) translacije RGB u CMYK po GCR konvencionalnim postupcima i pripadnim profilima boja (colorsetting). IRD inzistira na visokoj jednakosti blizanaca boja (minimalizacija ΔE) u vizualnom spektru za planiranu tiskarsku tehniku i pripadna bojila.

U ovom radu je naglasak na blizance i spektrografiju blizanaca sa 40% udjela karbon crnog bojila. Bojila s dodanim komponentama karbon bojila su nosioci skrivene IR informacije na markama.

3. REALIZIRANE MARKE REPUBLIKE HRVATSKE S IRD DIZAJNOM

3. POSTAGE STAMPS OF THE REPUBLIC OF CROATIA PERFORMED BY IRD

3.1. PRVA MARKA S IRD TEHNOLOGIJOM

3.1. THE FIRST POSTAGE STAMP CARRIED OUT BY IRD TECHNOLOGY

„Hrvatska pošta pustiila je 1. srpnja 2013. u optjecaj prigodnu poštansku marku i poštanski blok posvećene pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji. Za ovaj poseban događaj pripremljeno je posebno izdanje koje je tehnikom i tiskom jedinstveno u svijetu. Motiv su marke, nominalne vrijednosti 3,10 kuna, izdane u tzv. hrvatskom arku sljubljene zastave Europske unije i Republike Hrvatske, dok se na marki u poštanskom bloku, nominalne vrijednosti 20 kuna, nalazi motiv Hrvatske na zemljovidu Europe.

Hrvatska pošta tiskala je i dvije omotnice prvog dana (FDC) te prigodni album. Žig prvog dana je u uporabi od u Poštanskom uredu 10101 Zagreb, Jurišićeva 13.“

„U izdanju poštanskih maraka Hrvatska pošta je prvi put „ugradila“ znanstveno otkriće INFRAREDESIGN (IRD), koje podrazumijeva dizajn dvije međusobno zavisne slike na jednoj površini [2009 IRPh]. Na vodećoj svjetskoj izložbi inovacija i novih proizvoda, INPEX, za ovo je otkriće dodijeljeno zlatno odličje i posebna nagrada za najbolju europsku inovaciju. To je ujedno prva poštanska marka u Europskoj uniji na kojoj se s pomoću ove nove tehnologije omogućuje prikazivanje dvostrukog sadržaja. Jedna je slika vidljiva golim okom u realnim uvjetima, dok je druga slika vidljiva u bliskom infracrvenom području, tj. uz pomoć infracrvenih naočala ili infracrvene kamere. Na tiskanom arku, koji čini 25 maraka u 30 polja, pod infracrvenim svjetlom u podlozi marke vidljiv je hrvatski grb i zvjezdice sa zastave EU, a na bloku mogu se vidjeti prve dvije kitice himne Republike Hrvatske. Hrvatska 1. srpnja postaje 28. zvjezdica na europskoj zastavi te Hrvatska pošta brojnim filatelistima tim povodom poklanja ovo uistinu posebno izdanje poštanskih maraka.“

<https://www.posta.hr/pristupanje-hrvatske-europskoj-uniji/456>

3.2. MINERALI I STIJENE, PREHNIT (24. 10. 2014)

3.2. MINERALS AND ROCKS, PREHNITE (24/10/ 2014)

Druga marka s IRD tehnologijom sam dizajnirala na temu zeleni škriljavac (Medvednica) 600:ZAG; 1028:MP1 te prehnit (Komiža, otok Vis) 600:ZAG; 10027:MP1. U podlozi bloka, ispod motiva zelenog škriljavca, vidljiva je pod infracrvenim svjetlom slika župne crkve Majke Božje Sljemenske Kraljice Hrvata na Medvednici, a ispod motiva prehnita vidljiva je morska obala na otoku Visu [15].

<https://www.posta.hr/hr/pregled-postanskih-maraka/195?m=53515>

3.3. POŠTANSKA MARKA POVODOM TISUČITE MARKE REPUBLIKE HRVATSKE

3.3. POSTAGE STAMP ISSUED ON THE OCCASION OF THE 1000TH STAMP OF THE REPUBLIC OF CROATIA

„Tisuću maraka“; to je odluka da se izda posebna marka. Na natječaj „tisuću maraka“ oglasilo se stotine dizajnera, s bezbroj neočekivanih ideja, s remek-djelima od kojih su mnoga nagrađena u svijetu. „Vrijednost: 3,1 HRK Dizajn: Jana Žiljak Vujić, diplomirana dizajnerica iz Zagreba Veličina: 35,50 x 35,50 mm Papir: bijeli, 102 g, gumirani Zupčanje: češljasto, 14 Tisak: višebojni ofsetni + infracrvena tehnika“ Datum izdanja: 27.04.2015. Naklada: 300.000 Motiv: tisuću polja – simboli poštanskih maraka Marka je izdana u arčicu od 9 maraka, a Hrvatska pošta izdala je i prigodnu omotnicu prvog dana (FDC) te prigodnu dopisnicu. U podlozi marke vidljiv je pod infracrvenim svjetlom tekst: „1000. marka Hrvatske pošte“

Rješenje kao kompjuterska grafika opisano je u knjizi „Sigurnosna grafika“ str: 157, 165– marka 1000 ISBN 978-953-7048-33-4, eng: adresa:[16]

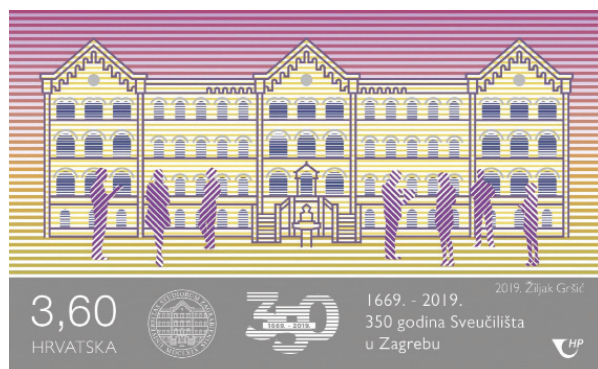
3.4. IZDANJE MARKE POVODOM 350 GODINA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

3.4. POSTAGE STAMP ISSUED IN HONOR OF THE 350TH ANNIVERSARY OF THE UNIVERSITY OF ZAGREB

Dizajnirati marku je izazovan i zahtjevan zadatak. Cilj je postići što veći sklad i vizualnu upečatljivost u malom prostoru. U ovom radu je prvi put prikazana spektroskopija bojila maraka, posebno na primjeru marke koja obilježava 350 godina Sveučilišta u Zagrebu (30. listopada 2019. godine).

U vizualnom spektru je linijskom grafikom prikazana prepoznatljiva zgrada Sveučilišta u Zagrebu, dinamika je postignuta vizualiziranjem studenata i profesora ispred zgrade.

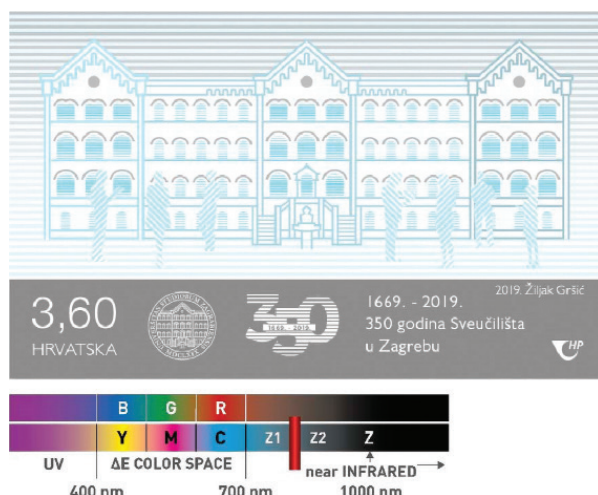
U dizajnerske elemente na marki se nalaze i obavezni podaci poput nominale, godine izdanja, znaka Sveučilišta u Zagrebu 350 te obljetnice, znaka Hrvatske pošte i imena autorice.



Slika 2 „Marka 350 godina Sveučilišta u Zagrebu“

Figure 2 “Postage stamp 350 years of the University of Zagreb”

U ovom članku se objavljuje marka na razini prijedloga, idejno rješenje, tehnološko rješenje, a koji obuhvaća vizualni i infrared spektar. Poštanska marka je vrijednosnica pa se numeričke vrijednosti blizanaca bojila (za offset tisak visoke naklade) po IRD metodi ne objavljuju u ovom otvorenom članku.



<http://jana.ziljak.hr/S350.mp4>

<http://jana.ziljak.hr/S350.swf>

Slika 3 Animacija „Marke350“ s blokadama svjetlosti od 400 do 1000 nm

Figure 3 Animation of “Stamp350” with blocked light spectrum from 400 to 1000nm

Marka „S350“ je video primjer pristupa učenja o spektroskopiji u V i Z području. Marka je snimljena s PAG-Projektinom koja ima 24 različitih filtera u rasponu od 240 do 1000 nm.

Spojene su fotografije za video prezentaciju s mogućnošću zaustavljanja na željenoj frekvenciji svjetla, odnosno proučavanju prikaza rezultata blokada boja (RGB) i tiskarskih bojila (CMYK).

Dizajn marke je prilagođen tisku na tekstilu. Prigodno je izrađena haljina koja se različito manifestira u vizualnom i bliskom infracrvenom svjetlu. Fotografiranje (slika 4) je izvedeno s ZRGB kamerom. Fotografska kamera Z nema svoj izvor NIR radijacije. Koristi se NIR komponenta dnevne svjetlosti sunca (slika 4). U fotografskoj kameri su zamijenjeni filteri za vizualno i NIR područje. Takova Z kamera [6] registrira NIR radijaciju koja se manifestira kao količina apsorbirane svjetlosti na 1000 nm.



Slika 4 Haljina sa dizajnom za V i Z valno područje dnevnog svjetla

Figure 4 Dress designed for V and Z daylight wavelength.

4. ZAKLJUČAK

4. CONCLUSION

Za projekt poštanskih maraka izrađeno je područje blizanaca za kontinuirane vrijednosti L^*a^*b u sustavu kolorimetrije, a s kojima se definiraju numeričke vrijednosti svjetla i boja. U ovom članku se prezentira boja koja je izvedena kao blizanci V i Z. Date su grafičke vrijednosti apsorpcije svjetla komponenata bojila kao i mješavine s kojima se izvodi tisak.

Marka S350 se promatra u kontinuiranim stanjima koja su snimljena u 24 blokada svjetlosti. Prikazivanje marke je prošireno sa fotografijama u različitim svjetlosnim blokadama u vizualnom i bliskom infracrvenom spektru. U dizajnu marke je planirana visoka sigurnosna naša originalna zaštita koju smo uveli pod nazivom „INFRAREDESIGN®“. Primjena naše tehnologije sigurnosti u području tiska poštanskih maraka proširena je na tiskarsku tehnologiju bojanja na platnu. Slika IRD marke je prenjeta na haljinu kao njeno unikatno rješenje. Namjera nam je bila da se proslava 350 godina Zagrebačkog Sveučilišta obilježi s inovacijom koja je kod nas i nastala.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1.] Maja Rudolf · Nikolina Stanić Loknar · Ivana Žiljak Stanimirović ; INFRARED STEGANOGRAPHY WITH INDIVIDUAL SCREENING SHAPES APPLIED TO POSTAGE STAMPS WITH SECURITY FEATURES ; Tehnički Vjesnik 08/2015; 22(4):939-945. DOI: 10.17559/TV-20140718121246
- [2.] Ivan Pogarčić, Ana Agić, Maja Matas; Evaluation of the colorant twins for the neutral grey spectra in infrared graphic procedure; Tehnički vjesnik 23, 6(2016), p:1659-1664; ISSN 1330-3651, ISSN 1848-6339 ; DOI: 10.17559/TV-20150303132036 ; <https://doi.org/10.17559/TV-20150303132036>
- [3.] Branka Morić Kolarić, Mirna Grgić, Denis Jurečić, Pero Miljković: Sigurnosna etiketa soka od aronije skanirana u blokadama u bliskom infracrvenom spektru, Polytechnic&Design, Vol 5. No 4, p:280-286; 2017; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-4-12
- [4.] Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak-Stanimirovic, Ivana; Žiljak-Vujic, Jana. Managing dual color properties with the Z-parameter in the visual and NIR spectrum. // Infrared physics & technology. Vol.55 Issue 4, pp. 326-336 ;2012 Elsevier B.V ; DOI: 10.1016/j.infrared.2012.02.009
- [5.] Aleksandra Bernašek, Ljilja Ivančević; Sigurnost u dizajnu dokumenata i vrijednosnica, Safety design of documents and securitie; Polytechnic & Design (.tvz.hr); ZAGREB UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES; Vol. 4, No. 1, 2016. pp: 60 - 67; ISSN 2459-6302; ISSN ;1849-1995; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-08
- [6.] Ivan Rajković, Vilko Žiljak; Usage of ZRGB video camera as a detection and protection system and development of invisible infrared design; Polytechnic & Design; ZAGREB UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES; Vol. 4, No. 1, 2016. pp: 54 - 59; ISSN 2459-6302; ISSN ;1849-1995 ; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07
- [7.] J. Chambers, W. Yan, A. Garhwal, M. Kankanhalli, Currency security and forensics: a survey; Multimedia Tools and Applications; 2015, Volume 74, Issue 11, pp 4013–4043
- [8.] M. I. Glogar, Đ. Parac-Osterman: Achromatic Hues Matching in Graphic Printing, Acta graphica Vol.26 (2015)1–2, pp:36-45, <https://hrcak.srce.hr/145334>
- [9.] Zhu Mingzhenga, Chen Zhe, Liu Haoxueb, The Research on Special Printing Effects Based on Gray Component Replacement, Advanced Materials Research Online: 2010-12-06, ISSN: 1662-8985, Vol. 174, pp 251-254, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.174.251
- [10.] Jana Žiljak Gršić; Near infrared spectroscopy in print technology; polytechnic & design Vol. 5, No. 1, 2017. pp:32-36; DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05 , DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en
- [11.] V. Žiljak, K. Pap, I. Žiljak, "CMYKIR SECURITY GRAPHICS SEPARATION IN THE INFRARED AREA", Infrared Physics and Technology Vol.52. No.2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, p: 62-69, (2009) (CC, SCI, <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350449509000103>)

- [12.] Rajendradrakumar Anayath, V. Žiljak;
Invisible pics hit newspaper, RIND Survey,
Feb. 2011, Rs.40.00 Vol 32 - Issue 2, pp
4-6, Chennai, India
- [13.] Jana ŽILJAK, Denis JURECIC, Vilko
ŽILJAK, Packaging Design with Hidden
Near Infrared Colour Separation, Tehnicki
vjesnik /Technical gazette, Vol.25 No.3 pp:
211-215, 2018. ISSN 1330-3651 (Print),
ISSN 1848-6339 (Online) [https://doi.
org/10.17559/TV-20170705114921](https://doi.org/10.17559/TV-20170705114921)
- [14.] J.Žiljak Vujić, poštanska marka , knjiga
[https://www.posta.hr/pristupanje-hrvatske-
europskoj-uniji/456](https://www.posta.hr/pristupanje-hrvatske-europskoj-uniji/456)
- [15.] J. Žiljak Vujić Minerali
[https://www.posta.hr/hr/pregled-
postanskih-maraka/195?m=53515](https://www.posta.hr/hr/pregled-postanskih-maraka/195?m=53515)
- [16.] Jana Ž Vujić 1000 marka, Knjiga
Sigurnosna grafika str: 157, 165; marka
1000 ISBN 978-953-7048-33-4

AUTOR · *AUTHOR*

Jana Žiljak Gršić - nepromjenjena biografija
nalazi se u časopisu Polytechnic & Design
Vol. 1, No. 1, 2013.

Korespondencija

jziljak@tvz.hr